

*Con motivo del Año Internacional de las Aguas Superficiales y del III Foro Mundial del Agua, realizado en Japón en marzo pasado,* Biodiversitas *dedica este número a las aguas epicontinentales de México y su relación con la biodiversidad*

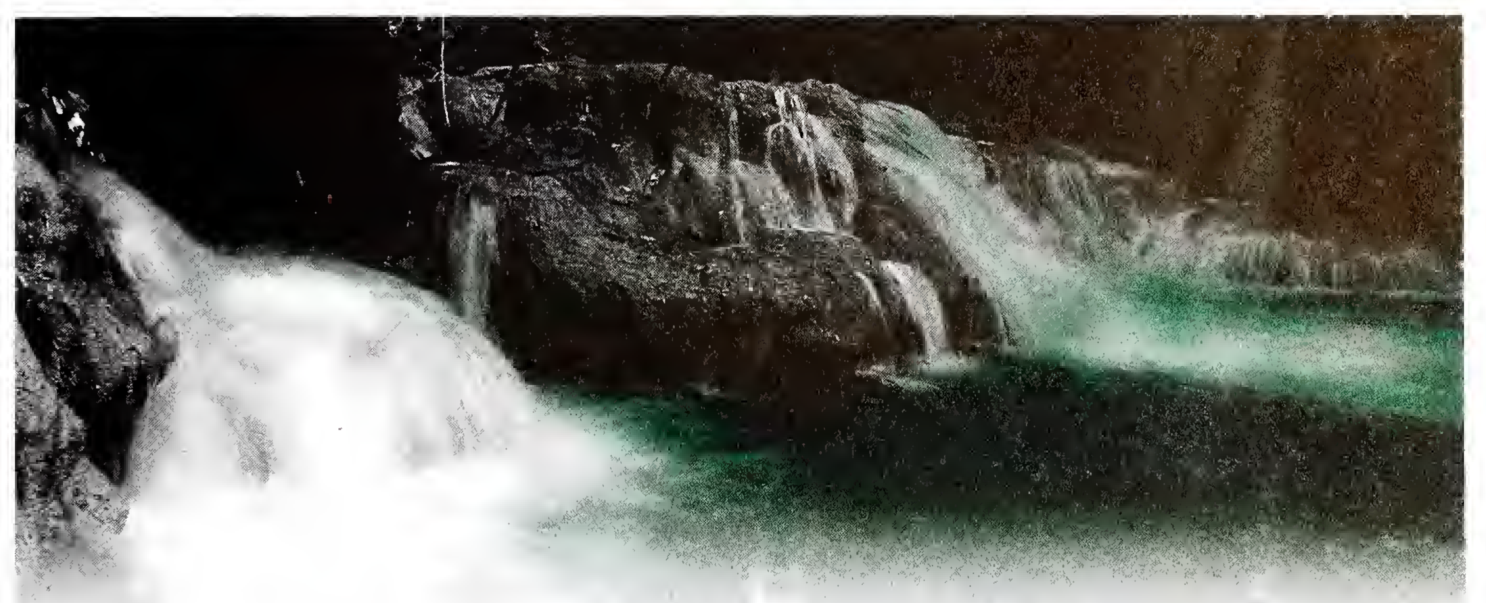
LA RESERVA DEL PEDREGAL DE SAN ÁNGEL PÁG.15




AÑO 8 NÚM. 48 MAYO DE 2003

BIODIVERSITAS

BOLETÍN BIMESTRAL DE LA COMISIÓN NACIONAL PARA EL CONOCIMIENTO Y USO DE LA BIODIVERSIDAD



# AGUAS CONTINENTALES Y DIVERSIDAD BIOLÓGICA DE MÉXICO: *UN RECUENTO ACTUAL*

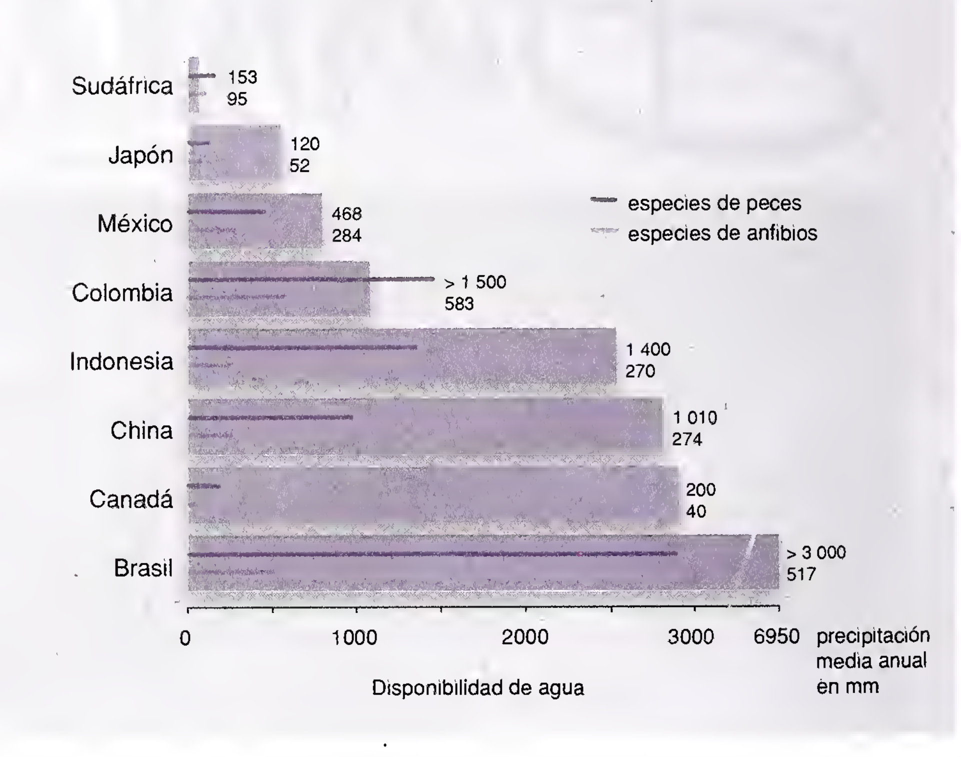
LA ACCIDENTADA TOPOGRAFÍA de nuestro país y su ubicación favorecen el desarrollo de una gran variedad de cuerpos de agua dentro de su territorio, así como una flora y fauna diversificadas y ricas en especies nativas que sólo ahí existen (endémicas). Por ello, estos sistemas acuáticos desempeñan un papel fundamental desde el punto de vista ecológico y es necesario atender los muchos problemas relativos a su integridad, al sostenimiento de sus ecosistemas y a la supervivencia de sus especies. La biodiversidad de las aguas continentales forma parte importante del patrimonio nacional y se encuentra en la actualidad muy degradada por un manejo ineficiente y la falta de planeación.

La integridad de los sistemas de aguas epicontinentales o superficiales y su diversidad biológica cada vez están más amenazadas por las actividades humanas en todo el mundo. La gran variedad de actividades intersectoriales se contraponen entre sí y con las necesidades de las especies. La reducción del volumen de aguas superficiales y subterráneas disponibles y el deterioro de su calidad demuestran claramente que las aguas interiores no son recursos inagotables. El bienestar social y económico de un país depende, en gran medida, de la capacidad que tienen estos ecosistemas acuáticos de brindar sus servicios ambientales; de ahí la importancia de que su uso sea racional y sustentable.

Verónica Aguilar*

# Recursos hidrológicos

El agua y la biodiversidad no guardan una relación simple. Por ejemplo, con la misma cantidad de agua disponible que en China, Canadá tiene tres veces menos peces y anfibios. Colombia es inusualmente rica en anfibios. México no aparece entre los 15 primeros países en riqueza de peces, pero sí resalta por su riqueza y por su endemismo de anfibios. La clave de estas diferencias biológicas está en la manera en que el agua superficial interactúa con la geología y los climas para crear la diversidad de los cuerpos de agua.




## *Ambientes acuáticos*

Existen en el país cerca de 320 cuencas hidrológicas, que suman un volumen medio anual de agua de 410 $km^3$. De acuerdo con el volumen conducido, se distinguen 37 cuencas principales, de las cuales 12 vierten al Golfo de México y el Mar Caribe, 19 al Océano Pacífico y Mar de Cortés, y 6 son endorreicas. Existen también cuatro vastas zonas carentes de drenaje superficial: el Bolsón de Mapimí y la región de El Salado en el Altiplano mexicano y las penínsulas de Baja California y Yucatán, las cuales se catalogan así debido a la escasa precipitación pluvial y a la presencia de suelos con baja capacidad de retención de agua.

Entre los ambientes de carácter lótico (ríos y arroyos) destacan, en la vertiente del Pacífico, los ríos Colorado, Yaqui, Fuerte, Culiacán, Lerma-Santiago, Verde, Balsas, Papagayo, Ometepec, Tehuantepec y Suchiate; en la vertiente del Golfo, los ríos Bravo, Pánuco, Tuxpan, Papaloapan, Coatzacoalcos, Grijalva y Usumacinta y, en las cuencas interiores, los ríos Nazas, Santa María, Casas Grandes y del Carmen (Fig.1).

En cuanto a los ambientes de carácter léntico (lagos, lagunas y presas), se estima que en el país existen cerca de 70 lagos, cuyas extensiones varían entre mil y diez mil hectáreas, las cuales cubren en conjunto un área de más de 370 000 ha. El Lago de Chapala en Jalisco es el más extenso de los lagos mexicanos, seguido por los de Cuitzeo y Pátzcuaro en Michoacán, Catazajá en Chiapas, Del Corte en Campeche, Bavícora y Bustillos en Chihuahua y Catemaco en Veracruz.

Existen además 14 mil reservorios; aunque la mayoría tiene una superficie menor a diez hectáreas, los que cubren áreas mayores representan dos terceras partes de la superficie inundada. Entre las presas más importantes se incluyen La Amistad, Falcón, Vicente Guerrero, Álvaro Obregón, El Infiernillo, Cerro de Oro, Temascal, Caracol, Requena y Venustiano Carranza.

A Jalisco corresponde el mayor número de presas, las cuales almacenan 14% del volumen total nacional. Chiapas, con tan solo tres grandes embalses (Chicoasén, La Angostura y Malpaso), es la entidad federativa con mayor capacidad de almacenamiento de agua (28% del total nacional).

Sin embargo, según datos de la Comisión Nacional del Agua (CNA), las zonas inundables (terrenos adyacentes y casi al mismo nivel que el cauce de un río, que se inundan sólo cuando el caudal excede la capacidad del cauce; también pueden ser encharcamientos naturales del terreno durante los periodos de aguas altas) son las que representan el área más extensa, más del la trecera parte del total de los cuerpos de agua y humedales del país. Le siguen en importancia las marismas, las lagunas, los lagos, las presas, los pantanos y los esteros.

## *Disponibilidad de agua*

La fuente principal de abastecimiento de agua en México es la lluvia; la precipitación anual promedio es de 777 mm, que equivale a una precipitación total de 1 570 km$^3$ al año. Se estima que si el escurrimiento superficial es de 410 km$^3$ y la recarga subterránea de 40 km$^3$, la diferencia (1 120 km$^3$, 71.34%), se pierde por evapotranspiración (Figs. 2 y 3). Esto significa que la atmósfera, ya sea en forma de nubes o humedad ambiental, transporta la mayor parte del agua evaporada, más del doble de la que escurre por todos los ríos del país.

La gran diversidad fisiográfica y climática de México conlleva una distribución heterogénea de los recursos hídricos. Según la CNA, la mayor parte del territorio mexicano es árida (31%) y semiárida (36%), y tan sólo una tercera parte es húmeda y subhúmeda (33%). La densidad poblacional no tiene una correspondencia con la disponibilidad de los recursos dulceacuícolas; más de tres cuartas partes de los recursos hídricos están alejados de las comunidades con mayor densidad de población y actividad económica. Esto origina un desequilibrio entre la oferta y la demanda de los recursos, y conduce a la sobreexplotación de los acuíferos y a tener que hacer transferencias de agua entre cuencas.

El 3% del volumen total de agua fluye en el norte del país, mientras que 50% lo hace conducido por los ríos del sureste. Por otra parte, del volumen medio anual de agua que escurre superficialmente (410 km$^3$)(cuadro 1), casi 32.2% lo aportan sólo ocho ríos: Bravo, Pánuco, Coatzacoalcos, Papaloapan, Grijalva, Usumacinta, Lerma-Santiago y Balsas.

La disparidad en la distribución del agua no es sólo latitudinal sino también temporal. El 90% del agua pluvial se descarga durante la temporada de lluvias (mayo a octubre), lo que se traduce en una carencia de agua pluvial durante los seis meses restantes. Es evidente la ineficaz distribución altitudinal, ya que 80% del agua epicontinental está localizada por debajo de la cota de los

**Figura 1.** Porcentaje del flujo superficial y principales ríos

**Vertiente del Pacífico 39.2%**
Colorado, Yaqui, Fuerte, Culiacán, Lerma-Santiago, Verde, Balsas, Papagayo, Ometepec, Tehuantepec y Suchiate.

**Cuencas interiores 1%**
Nazas, Santa María, Casas Grandes y del Carmen.

**Vertiente del Golfo de México y Caribe: 59.8%**
Bravo, Pánuco, Tuxpan, Papaloapan, Coatzacoalcos, Grijalva y Usumacinta.

**Figura 2.** Precipitación anual promedio (mm)

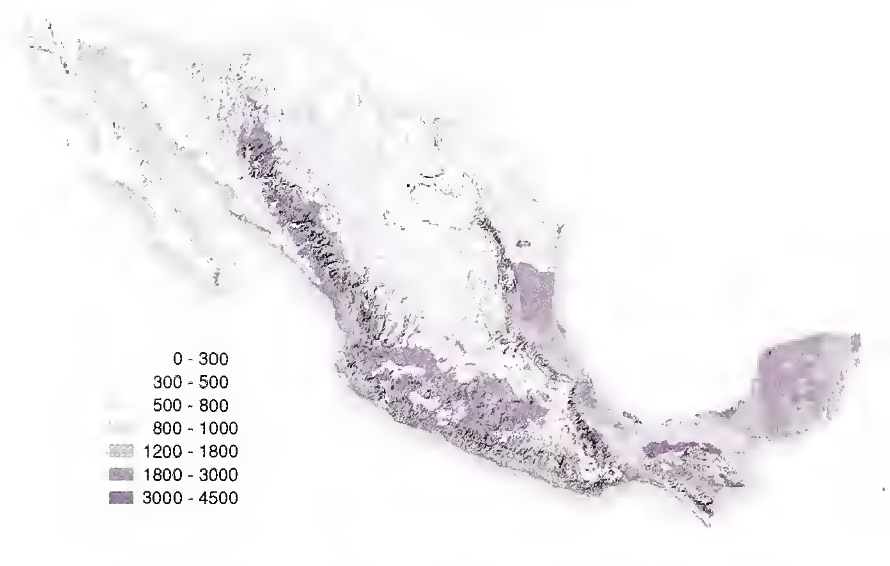
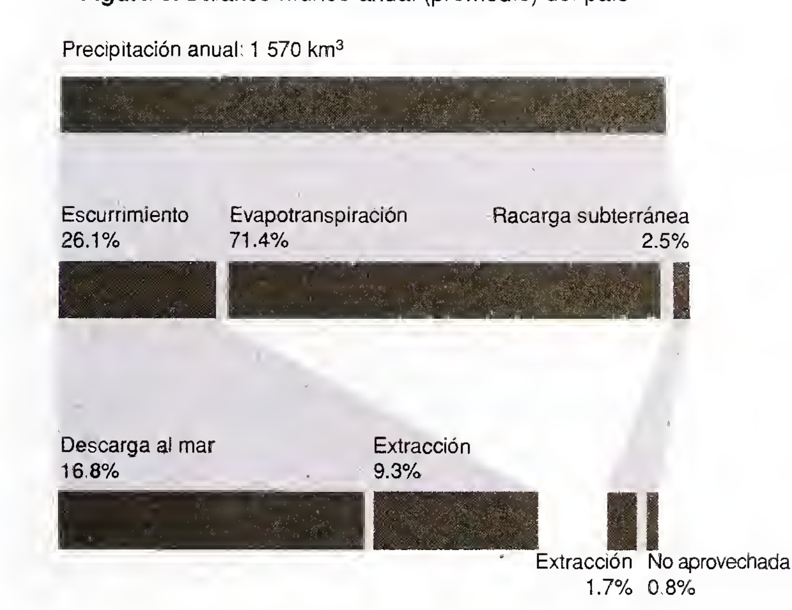



**Figura 3.** Balance hídrico anual (promedio) del país



500 msnm y tan sólo un 5% por encima de la cota de los 2 000 m (Fig. 4). Cabe destacar que 76% de la población y dos terceras partes de la industria artesanal y las tierras agrícolas y pecuarias se ubican en el Altiplano mexicano. Esta dispar distribución latitudinal, altitudinal y temporal hace muy difícil el desarrollo de programas de manejo y uso adecuado del agua, así como para la preservación de su calidad y volumen.

## *Captación y almacenamiento del agua*

Existen 840 reservorios clasificados como grandes presas, con una capacidad conjunta de almacenamiento de 150 km$^3$. Los reservorios se han considerado la principal herramienta usada en el manejo de los recursos hídricos. Sin embargo, la construcción y operación de éstos conlleva problemas de costos ambientales y sociales muy altos, alteración de los patrones de flujo y morfología de la cuenca, modificación del uso de suelo, reubicación de poblaciones, y pérdida de tierras bajas productivas y de vida silvestre.

## *Calidad del agua*

En México, la calidad de agua se monitorea con más de 400 estaciones permanentes y 200 semifijas o móviles de la Red Nacional de Monitoreo de la Calidad de Agua; la mayoría de éstas se ubican en cuerpos de agua interiores y acuíferos.

El grado de contaminación se evalúa a partir de un promedio ponderado de los índices de calidad de 18 parámetros, entre los cuales se encuentran el pH, la demanda bioquímica de oxígeno (DBO) y los sólidos suspendidos.

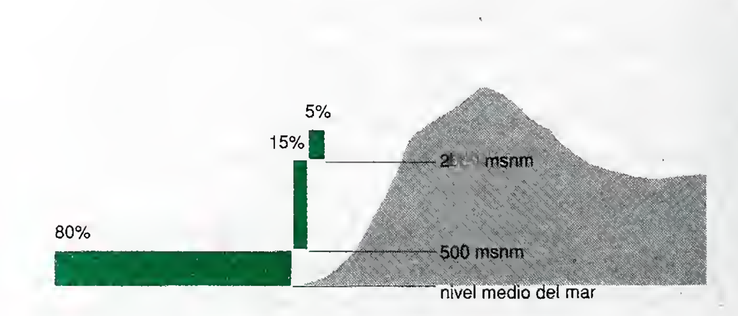
La disponibilidad se evalúa no sólo al determinar la cantidad de agua sino al conocer además sus características fisicoquímicas y bacteriológicas con el fin de usarla adecuadamente como agua potable y en diversas actividades productivas y recreativas.

Las aguas superficiales de 535 cuerpos receptores monitoreados presentan calidad satisfactoria en un 27%, poco contaminados en un 49% y contaminados o altamente contaminados en un 24% (Fig. 5). Al considerarse la combinación de agentes naturales y antropogénicos, los cuerpos de agua de la zona norte del país presentan una situación crítica debido al elevado grado de desecación y contaminación, asociado a la disponibilidad escasa, producto de un clima árido. En el centro, el estado crítico es producto principalmente de la fuerte contaminación y del grado de desecación, que en los últimos años se ha venido incrementando considerablemente. El sur es la mejor zona, por la abundancia de agua disponible y el factor de dilución involucrado. Sin embargo, en la Península de Yucatán, la disponibilidad es reducida a pesar de su clima tropical húmedo. Esto se debe principalmente a su naturaleza geológica, que impide la retención del agua proveniente de una elevada precipitación pluvial (>1 500 mm anuales) y la ausencia de corrientes superficiales, que aumenta la presión sobre los acuíferos. Los problemas de contaminación en la Península de Yucatán son de carácter local y están asociados a los núcleos de desarrollo urbano, turístico y rural.

**Cuadro 1.** Distribución del agua dulce

| Distribución | Volumen de agua (km$^3$) |
|---|---|
| Ríos | 410 |
| Presas | 107 |
| Aguas subterráneas | 70 |
| Lagos y lagunas | 14 |
| **Total** | **601** |

**Figura 4.** Distribución altitudinal del agua



# Diversidad biológica

Las aguas epicontinentales o superficiales incluyen una rica variedad de ecosistemas, muchos de los cuales están física y biológicamente conectados o articulados por el flujo del agua y el movimiento de las especies. Estos ecosistemas no pueden sobrevivir sin un aporte de agua, materia orgánica y energía. Los atributos fisicoquímicos y ecológicos de un cuerpo de agua dependen principalmente del medio natural que los rodea, de los asentamientos humanos y de las actividades que se llevan a cabo dentro de la cuenca.

## *Principales ecosistemas acuáticos*

### Sistemas fluviales

Los sistemas fluviales albergan una gran diversidad de especies de peces, crustáceos, moluscos e insectos, recursos clave en las redes alimentarias; muchos de ellos sustentan ictiofaunas exclusivas. Mantener la integridad de estas comunidades requiere un manejo especial, y en algunos casos es urgente protegerlas contra desecación, canalización, contaminación, deforestación, construcción de caminos, uso recreacional intensivo y otros tipos de explotación. La escasa protección ha provocado que estén muy degradados por el uso.

### Sistemas lacustres

Entre estos ecosistemas destacan, por la gran cantidad de endemismos presentes, producto de su aislamiento, los lagos de origen tectónico-volcánico situados a lo largo del Eje Neovolcánico. Algunos ejemplos de los sistemas lacustres más importantes por su biodiversidad y por el alto número de endemismos conocidos son los lagos-cráter de la cuenca oriental; el lago de Chapala, situado entre Jalisco y Michoacán y en donde se tienen identificadas 9 familias con 39 especies, 19 endemismos y 4 especies introducidas; el lago de Catemaco, en Veracruz, que es notable por sus endemismos: de las 12 especies de peces nativas, al menos 9 son endémicas, y las "pozas" de Cuatrociénegas, en Coahuila, en donde se tienen registradas 12 especies de crustáceos, 6 de las cuales son endémicas, y 9 géneros de moluscos (5 de ellos endémicos) con 13 especies (9 endémicas). En Cuatrociénegas existen además 8 familias de peces con 16 especies, de las cuales la mayoría es endémica y en peligro de extinción, 70 especies de anfibios y reptiles, de las cuales 8 son endémicas, y 61 especies de aves acuáticas. Entre los tipos de vegetación se encuentran el pastizal, vegetación acuática y semiacuática, matorral desértico, chaparral, bosque de roble-pino y roble, y bosque de coníferas. La flora está representada por 49 taxa, 23 de ellos endémicos.

### Humedales

Los humedales son ecosistemas complejos, dinámicos y altamente productivos. Proveen de hábitat, alimento, refugio, y áreas de crianza y reproducción a un elevado número de espeeies de peces, aves, anfibios, reptiles, mamíferos e invertebrados. Son reconocidos por su alto nivel de endemismos, en particular de peces e invertebrados, por su fauna altamente especializada y por ser refugio de una gran diversidad de especies de aves migratorias. Los humedales tienen también un papel ecológico muy importante en el control de la erosión, la se-

**Figura 5.** Calidad del agua




1. Excelente 5%
2. Aceptable 22%
3. Poco contaminada 49%
4. Contaminada 15%
5. Altamente contaminada 7%
6. Presencia de tóxicos 2%



Cenote Dos Ojos, Quintana Roo. © Pablo Cervantes

**Número total de especies de peces y porcentaje de especies endémicas en diferentes cuencas.**

| Cuenca | Total de especies | % de endemismos |
|---|---|---|
| Lerma-Santiago | 57 | 58 |
| Pánuco | 75 | 30 |
| Balsas | 20 | 35 |
| Papaloapan | 47 | 21 |
| Coatzacoalcos | 53 | 13 |
| Conchos | 34 | 21 |
| Tunal | 13 | 62 |

**Porcentaje de anfibios endémicos en diferentes regiones naturales.**

| Región | Total de especies | % de endemismos |
|---|---|---|
| Tierras altas tropicales del centro | 123 | 80 |
| Tierras bajas tropicales del Pacífico | 29 | 48 |
| Golfo de México | 20 | 65 |

dimentación y las inundaciones; en el abastecimiento y depuración del agua, y en el mantenimiento de pesquerías. En la actualidad estos sistemas han reducido su extensión considerablemente debido al drenado y relleno de sus áreas para diferentes usos.

Como país miembro de la Convención sobre Humedales, México da atención principalmente a seis humedales, los cuales cubren alrededor de un millón de hectáreas: Ría Lagartos en Yucatán, Cuatrociénegas en Coahuila, Reserva de la Biosfera La Encrucijada en Chiapas, Marismas Nacionales en Nayarit y Sinaloa, Pantanos de Centla en Tabasco y Delta del Río Colorado en Baja California y Sonora.

## Cenotes

La Península de Yucatán tiene características geohidrológicas diferentes a otras regiones del país. Los suelos están constituidos por calizas y dolomitas de alta permeabilidad, así como de yesos y anhidritas altamente solubles que presentan fallas, fracturas y cavidades de disolución que dan lugar a una compleja red de corrientes subterráneas interconectadas. Estas corrientes subterráneas ocasionalmente disuelven las calizas superficiales, las cuales al desplomarse forman depósitos de agua conocidos regionalmente como cenotes.

Los cenotes y cuevas situados cerca de las costas tienen aguas salobres y marinas (ambientes anquihalinos), que fluctúan con las mareas, mientras que en los que se hallan hacia el interior el agua es predominantemente dulce. Estos cenotes albergan una gran variedad de grupos, desde microorganismos hasta vertebrados. Entre ellos se pueden mencionar bacterias, hongos, algas y protozoarios, en los primeros niveles tróficos. Entre los peces que habitan estos ecosistemas hay varias especies consideradas como vulnerables o en peligro de extinción. Invertebrados como rotíferos (50% del total de rotíferos mexicanos descritos), cladóceros (28% del total





nacional) y copépodos (45% del total en el país). Debido a la peculiar historia geológica y a las características geográficas de los cenotes, así como a su restringido aislamiento, muchos de los organismos que viven en ellos son endémicos.

*En el territorio nacional la ictiofauna continental asciende a alrededor de 380 especies, la de anfibios a más de 280, mientras que los reptiles y las aves de ambientes acuáticos suman 41 y 361 especies, respectivamente.*

### Oasis

Los oasis son refugios de interés biológico, ya que se les considera relictos de hábitats de importancia biogeográfica y evolutiva, donde viven plantas y animales de afinidad mésica, es decir, en franca asociación con cuerpos de agua. Los oasis son además sitios de escala para aves migratorias, donde se alimentan, reproducen, descansan y protegen contra sus depredadores. Entre los oasis más conocidos destacan San Ignacio, Santiago, La Purísima, Mulegé, San José del Cabo y Boca de la Sierra, todos ubicados en la península de Baja California. A pesar de ser ambientes altamente modificados, estos oasis albergan una gran cantidad de especies nativas e introducidas, exclusivas de estos sitios. En este tipo de hábitat se han registrado 32 especies de anfibios y reptiles, nueve de ellas endémicas y diez adaptadas a ambientes asociados al agua. De las aves se han registrado 94 especies, 39.4% de las cuales corresponden a aves migratorias de invierno. Finalmente, el número de especies de mamíferos registradas es de veintinueve.



### Riqueza biológica

En el territorio nacional, la ictiofauna continental asciende a alrededor de 380 especies y la de anfibios a más de 280. Las familias de peces con mayor número de especies endémicas son Petromyzontidae, Clupeidae, Cyprinidae, Cichlidae, Cyprinodontidae, Goodeidae, Atherinidae y Poeciliidae. Por su parte los reptiles ascienden a 41 especies, pertenecientes principalmente a los Testudines y Crocodylia.

La avifauna de ambientes acuáticos registra un total de 361 especies, que habitan lagos, charcas, ríos, arroyos, pantanos y manglares. La diversidad de la flora acuática corresponde a 86 familias, 262 géneros y 763 especies e incluye helechos, gimnospermas y angiospermas. Destaca además la existencia de un sinnúmero de invertebrados y microorganismos, los cuales usan los cuerpos de agua temporal o permanentemente y de los que no hay estudios suficientes sobre su diversidad biológica.



De izquierda a derecha:
El Cielo, Tamaulipas,
Oasis Mulegé, Baja California Sur,
Lago de Texcoco, Estado de México.

Lago de Pátzcuaro, Michoacán.



Cuatrociénegas, Coahuila.

Uso

Alta biodiversidad, uso y amenazada

Alta biodiversidad y uso

Alta biodiversidad

Alta biodiversidad y amenazada

Amenazada

Uso y amenazada

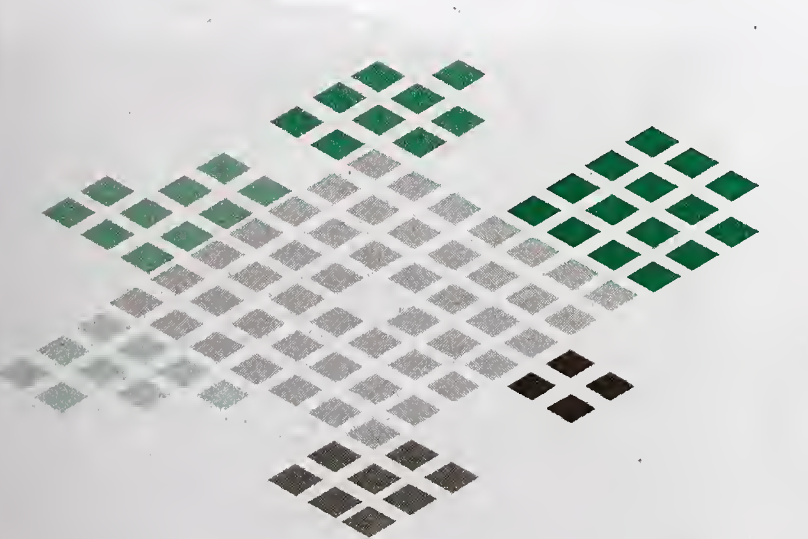
Escaso conocimiento biológico: 7 regiones

## Regiones Hidrológicas Prioritarias

Con el objeto de obtener un diagnóstico de la relación que guardan los recursos hidrológicos con la diversidad biológica, que sirva como marco de referencia para los diferentes sectores involucrados en el desarrollo de planes de investigación, conservación uso y manejo, la CONABIO identificó 110 regiones hidrológicas prioritarias por su biodiversidad. Entre éstas, 82 corresponden a áreas de uso, 75 son de alta riqueza biológica con potencial para conservación y 75 presentan algún tipo de amenaza. Se identificaron también 29 áreas que son importantes biológicamente, pero de las cuales no existen suficientes conocimientos.

Las regiones hidrológicas prioritarias son un mosaico de ambientes acuáticos que mantienen un buen estado de conservación ecológica que, en su conjunto, representan recursos que necesitan ser preservados por su importancia económica actual y potencial, sus funciones ecológicas y por el valor que representa la naturaleza por sí misma. La identificación y validación de estas regiones se llevó a cabo por 48 especialistas, un consultor y personal de la CONABIO en dos talleres interdisciplinarios realizados en abril y mayo de 1998.

Los criterios de evaluación permitieron darle un valor a las áreas identificadas como prioritarias respecto a su valor ambiental, económico y de riesgo o amenaza. Entre éstos se pueden mencionar los siguientes:



**Valor ambiental**
- Integridad ecológica
- Hábitat
- Endemismo
- Especies amenazadas
- Especies indicadoras

**Valor de uso**
- Especies de importancia comercial
- Especies de importancia económica
- Recursos estratégicos
- Importancia por servicios ambientales

**Amenazas**
- Modificación del entorno
- Contaminación
- Especies introducidas
- Prácticas de manejo inadecuado

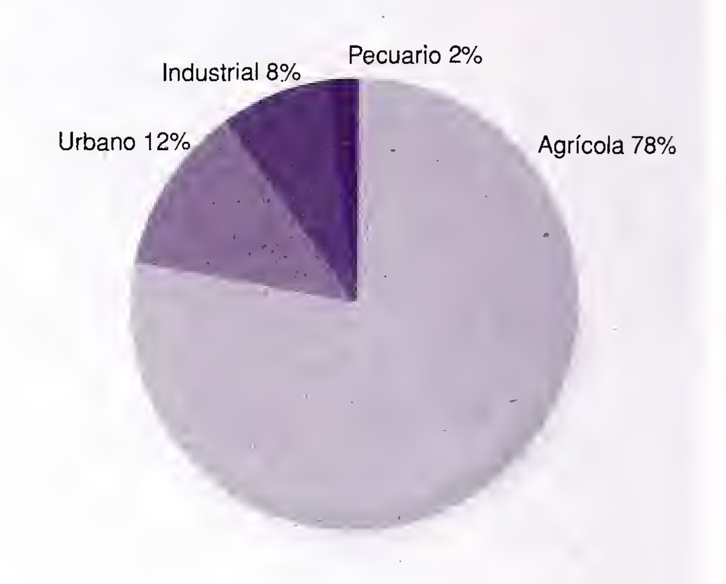
# Uso y problemática

En el país existen marcadas diferencias regionales debidas a las condiciones geográficas y las características sociales y económicas que prevalecen. Estas condiciones determinan diferencias en el valor que el agua adquiere en cada una de las regiones. Por lo tanto, el problema nacional del agua reviste matices diferentes y su solución se debe planificar atendiendo a estas peculiaridades.

El uso y aprovechamiento del agua depende principalmente de su disponibilidad y calidad. Por esta razón, se requiere una planeación que permita integrar y actualizar en forma continua el inventario de la presencia, disponibilidad y uso de los recursos hídricos, tanto superficiales como subterráneos.

Se estima que en el año 2000, la extracción total de agua para los principales usos consuntivos y generación de energía eléctrica (clasificada como no consuntiva) fue en conjunto de 215 km$^3$. Este volumen representa 15% de la disponibilidad natural media nacional que, según la clasificación de la ONU, se considera como sujeto a presión moderada. Sin embargo, en las zonas del centro, norte y noroeste, este indicador alcanza 44%, lo que convierte al recurso en un elemento sujeto a alta presión y limitante del desarrollo (Fig.6).

**Figura 6.** Uso consuntivo del agua en el año 2000




**Uso ambiental**

Al considerar al medio natural como usuario del agua se reconoce el papel que desempeñan los cuerpos de agua en la conservación de los ecosistemas y su biodiversidad. Para esto es necesario estimar y mantener el volumen mínimo de agua, conservar la morfología y los intercambios de los diferentes cuerpos de agua, la calidad y productividad del suelo y las áreas forestales antes de promover o aceptar cambios en el uso del suelo.

*Al considerar al medio natural como usuario del agua se reconoce el papel que desempeñan los cuerpos de agua en la conservación de los ecosistemas y su biodiversidad.*





De izquierda a derecha: ingenio azucarero; sistema de riego agrícola, cultivo de trucha; chalupa en un canal de Xochimilco.

## Uso agrícola

Las actividades agrícolas usan 78% del agua disponible. La superficie de regadío representa 33% de la destinada a la agricultura del país y genera más de la mitad de la producción agrícola nacional. En ella se desperdicia poco más de la mitad del agua por la ineficiente operación y su uso inadecuado en parcelas (riego por inundación, problemas de salinización, problemas institucionales y cultivos inapropiados), lo que resulta en una eficiencia promedio de 46%.

Entre los principales problemas que impiden que las actividades de riego se planeen e integren en el marco de la sustentabilidad están la extensión de la frontera agrícola –sin considerar la disponibilidad de agua y la vocación del suelo–, la escasa capitalización de la mayoría de los usuarios, la dificultad para controlar el volumen de agua entregado y las tarifas insuficientes por los servicios de riego y energía eléctrica para bombeo agrícola.

## Uso urbano

De acuerdo con el XII Censo General de Población y Vivienda 2000, 95.3 millones de habitantes contaban con vivienda propia, y de éstos, 87.8% tenía servicio de agua potable y 76.2% de alcantarillado. La situación es más grave en el medio rural, donde las coberturas de agua potable y alcantarillado eran de 68.0% y 36.7%, respectivamente.

Como consecuencia de la sobreexplotación y contaminación de los recursos hídricos y de la expansión demográfica, la demanda de agua para uso urbano es cada vez más difícil de satisfacer. Entre los problemas más serios destacan los relacionados con la pérdida de agua, debida al deterioro de la infraestructura de distribución (40% del agua suministrada), y la existencia de tomas clandestinas; las bajas e insuficientes tarifas por los servicios y los altos costos de operación y mantenimiento; el deficiente e inoperante sistema de medición y facturación, el bajo volumen de agua cobrado respecto al extraído; los retrasos en el pago del servicio por parte de los usuarios, y la escasa capacidad de inversión.

## Uso industrial

Con el fin de aprovechar economías de escala, abundancia de mano de obra y otras ventajas comparativas, la actividad industrial en el país se concentra en centros urbanos donde el agua es escasa, lo que ha resultado en sobreexplotación de acuíferos, contaminación de ecosistemas, altos costos para hacer disponible el agua y conflictos por el uso y explotación del recurso.

El volumen de agua usada en la industria es de 6 $km^3$/año, del cual se descargan cerca de 5.36 $km^3$/año como aguas residuales; es decir, más de 6 millones de toneladas al año de carga orgánica expresada como demanda bioquímica de oxígeno (DBO), de las cuales son tratadas sólo 15%.

Entre las actividades más contaminantes destacan la industria azucarera, la química, la petrolera, la metalúrgica y la del papel y celulosa.

## Uso acuícola y pesquero

No existen datos cuantificables sobre la demanda de agua superficial para la acuicultura. Sin embargo, se sabe que su manejo ha sido ineficiente y con grandes costos ambientales. El potencial acuícola se ha reducido debido a la contaminación y desecación de los cuerpos de agua, por lo que resulta necesario realizar estudios de ordenamiento ecológico y pesquero que permitan determinar la compatibilidad entre las actividades económicas y las condiciones ambientales locales. Ejemplo de estos problemas son los lagos de Chapala, Pátzcuaro y Cuitzeo, y los ríos Pánuco, Lerma, Coatzacoalcos, Fuerte y Mayo.





## Uso turístico y de navegación

Existen más de 850 sitios asociados a cuerpos de agua que podrían destinarse al establecimiento de lugares recreativos. Algunos ríos y estuarios son aprovechados, también, por embarcaciones de pequeño calado para el transporte de productos comerciales y para el turismo. La sustentabilidad de estas actividades requiere el establecimiento de los aportes mínimos necesarios para mantener estos cuerpos de agua activos para el turismo y la navegación.

## Amenazas

La mayoría de los mecanismos que producen la pérdida de la diversidad biológica están ligados directamente a actividades del hombre que influyen en el tamaño, la densidad, la composición, la tasa de crecimiento y la estructura genética de las poblaciones, así como en la capacidad de carga del ecosistema. Estos mecanismos son la pérdida, los cambios en la calidad y fragmentación del hábitat, la erosión, la sedimentación, la sobreexplotación de los recursos naturales e hídricos, la introducción de especies exóticas invasoras, las prácticas ilegales y los fenómenos naturales.

Ante estas amenazas es necesario acelerar los procesos que permitan el cambio de las tendencias de deterioro, las cuales han estado asociadas a factores económicos, demográficos, tecnológicos y culturales. Por otro lado, las presiones sobre los recursos naturales y, en general, sobre los servicios ambientales, también están aumentando, por la creciente y acelerada urbanización. Resulta necesario y urgente tomar acciones decididas y definir límites al deterioro ambiental mediante la instrumentación de políticas serias de ordenamiento ecológico y de un manejo sustentable y predictivo.

Según la Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-1994, que determina las especies y subespecies de flora y fauna silvestres en peligro de extinción, amenazadas, raras y las sujetas a protección especial, existen 394 vertebrados (169 peces, 197 anfibios y 28 reptiles) correspondientes a ambientes acuáticos y subacuáticos que están incluidos en alguno de estos estatus.

México es miembro de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES), que se encarga de proteger las especies silvestres de la explotación desmedida, impedir el comercio internacional de aquéllas en peligro de extinción, y reglamentar y vigilar el comercio de otras que pueden llegar a estarlo. México sólo tiene 20 especies acuáticas registradas (7 moluscos, 4 peces, 4 anfibios, 3 reptiles y 2 mamíferos), por lo que resulta evidente la necesidad de revisar el estatus de estos grupos para incluir todas aquellas especies en peligro de extinción.

## Extinciones

Se sabe de 16 especies de peces que se han extinguido, de las cuales 14 eran endémicas. Otras 126 especies están dentro de las categorías de especies raras, amenazadas o en peligro de extinción. En el SO del estado de Nuevo León se pueden citar a *Cyprinodon longidorsalis*, descubierta en 1984 y extinta en 1994; *Cyprinodon inmemoriam*, descubierta en 1984 y extinta en 1986; *Cyprinodon ceciliae*, descubierta en 1988 y extinta en 1990; *Megupsilon aporus* y *Cyprinodon alvarezi*, descubiertos entre 1948 y 1961, y casi extintos en 1994. En 1984, el tamaño de las poblaciones de *Cyprinodon veronicae* y los caracoles *Valvata beltrani* y *Valvata* sp. eran de 10 000 a 12 000 individuos cada una; veinte años después los caracoles fueron descubiertos como conchas secas y por lo tanto extintos y sólo sobrevivía el pez cachorrito *C. veronicae*. Resulta obvio que el futuro de esta especie a corto plazo sea también la extinción.





Izquierda: invasión de lirio acuático en Veracruz.

Derecha: ajolote (*Ambystoma taylori*) endémico y amenazado de la Cuenca Oriental.

© Pablo Cervantes

# Manejo y conservación

Para enfrentar la problemática que padece México en relación con el aprovechamiento sustentable del agua y los ecosistemas acuáticos existen algunos programas enfocados a su manejo y conservación, entre los que se pueden mencionar los siguientes:

El Programa Nacional de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2001-2006, que establece como principios estratégicos la consolidación de los sectores productivos competitivos y ambientalmente sustentables, la conservación de la biodiversidad, y detener y revertir la contaminación de agua, aire y suelo, así como la deforestación y la erosión.

El Programa Hidráulico 2001–2006, que analiza y propone las políticas de aprovechamiento de los recursos hídricos de acuerdo con la oferta y la demanda de agua, tomando en consideración factores de disponibilidad, uso y conservación del recurso. Las estrategias a seguir fomentan el uso eficiente del agua en la producción agrícola y la ampliación de la cobertura y calidad de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento; el manejo integral y sustentable del agua en cuencas y acuíferos; el desarrollo técnico, administrativo y financiero del sector hidráulico; la participación de los usuarios y la sociedad organizada en el manejo del agua, y la prevención de riesgos y atención de inundaciones y sequías.

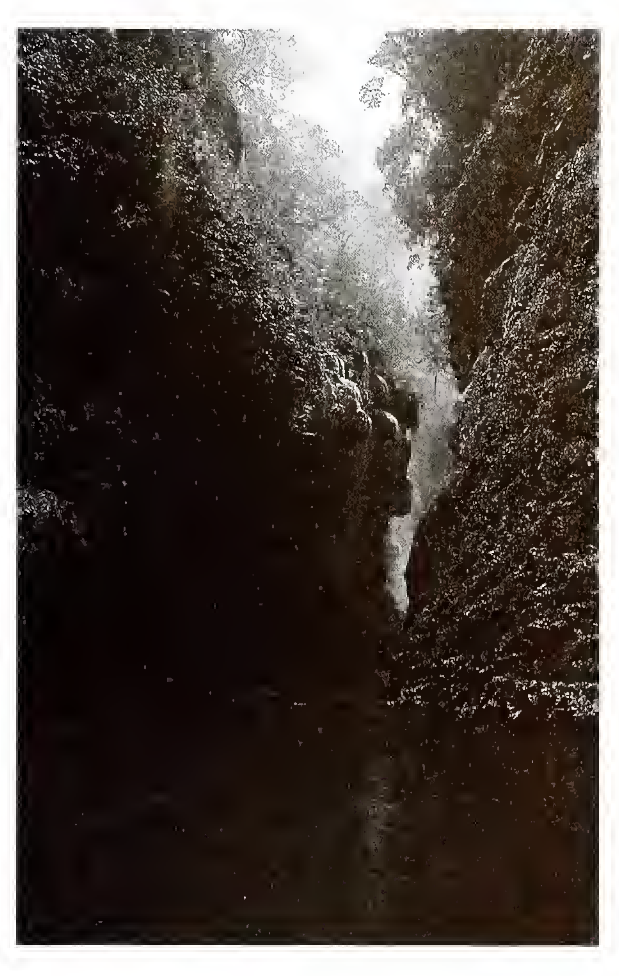
El Programa de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas 2001-2006, que tiene como objetivo general la integración en forma conjunta de las relaciones existentes entre agua, aire, suelo, recursos forestales y componentes de la diversidad biológica, con aspectos sociales y económicos de las poblaciones presentes en las Regiones Prioritarias para la Conservación. Todo lo anterior por medio de las Áreas Naturales Protegidas (ANP) y los Programas de Desarrollo Regional Sustentable. A la fecha se han declarado 128 ANP, que abarcan más de 17 millones de hectáreas; 30 ANP cuentan con un Programa de Manejo y corresponden a poco más de la mitad de esa superficie.

El Programa Nacional Forestal 2001-2006, que orienta su gestión a la integración de políticas de aprovechamiento sustentable de los recursos forestales, al manejo de las cuencas hidrológicas, la conservación de suelos y la protección de la biodiversidad, así como a promover activamente la participación comunitaria en proyectos forestales y de incentivar la conservación y restauración de los ecosistemas. Se estima que la deforestación afecta alrededor de 600 000 ha anuales de selvas, mientras que los bosques y las regiones áridas y semiáridas son afectados principalmente por la degradación. Cabe mencionar que en este año se inicia el pago por servicios hidrológicos del bosque, con un fondo de 200 millones de pesos.

En este marco, la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad participa de manera intersecretarial e interinstitucional en la coordinación y el apoyo de actividades dirigidas a la obtención, organización, actualización, análisis y difusión de la información sobre biodiversidad. Su Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad aporta datos que permiten la correcta toma de decisiones y la definición de políticas que conserven y permitan manejar y usar sustentablemente la biodiversidad de México.

La sustentabilidad de los ecosistemas sólo será posible si se aborda desde la perspectiva intersectorial, mediante la instrumentación de políticas coordinadas e integrales y un enfoque de manejo integrado por cuenca, así como el fortalecimiento de las capacidades locales de gestión y una mayor eficiencia administrativa del gobierno en su conjunto. En este sentido, resulta evidente la necesidad de valorar económicamente no sólo los recursos naturales, sino también las afectaciones al ambiente. Es necesario que se reconozca con claridad el valor de los servicios ambientales ya que sólo así será posible establecer la normativa que permita una distribución más justa del costo ambiental que representan las diferentes actividades económicas.

* Dirección Técnica de Análisis y Prioridades, Conabio.



Río la Venta, Chiapas.

## Bibliografía


Alcocer, J., M. Chávez y E. Escobar. 1993. La Limnología en México. Historia y perspectiva futura de las investigaciones limnológicas. *Ciencia* 44: 441-453.

Alcocer, J. y E. Escobar. 1996. Limnological regionalization of Mexico. *Lakes & Reservoirs: Research and Management* 2:55-69.

Alcocer, J. y E. Kato. 1995. Cuerpos acuáticos de Cuatro Ciénegas, Coahuila. En: G. de la Lanza y J.L. García C. (comps.), *Lagos y presas de México.* Centro de Ecología y Desarrollo, A.C. México, pp. 177-193.

Alcocer, J., A. Lugo, L.E. Marín y E. Escobar. 1998. Hydrochemistry of waters from five cenotes and evaluation of their suitability for drinking-water supplies, northeastern Yucatan, Mexico. *Hydrogeology Journal* 6(2): 293-301

Álvarez, S., P. Galina y L. Grismer. 1997. Anfibios y reptiles. En: L. Arriaga y R. Rodríguez Estrella (eds.) Los oasis de la *Península de Baja California.* Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C., La Paz, pp. 125-141.

Arriaga, L. 1997. Introducción. En: L. Arriaga y R. Rodríguez Estrella (eds.), *Los oasis de la Península de Baja California.* Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C., La Paz, pp. 1-4.

Arriaga, L., V. Aguilar y J. Alcocer. 2000. *Aguas continentales y diversidad biológica de México.* Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México.

Athié, M. 1987. *Calidad y cantidad del agua en México.* Universo Ventiuno. México. pp.152.

Brooks, K.N., P.F. Ffolliott, H.M. Gregersen y L.F. DeBano. 1997. *Hydrology and management of watersheds.* 2a edición. Iowa State University Press/Ames. pp. 502.

Canadian Endangered Species Conservation Council. 2001. Wild Species 2000: The General Status of Species in Canada. Ottawa: Minister of Public Works and Govmt. Services, Canada. Edition: Version 1. Presentation Form: Report and dataset.

Casas Andreu, G., 1997. *Crocodylus moreleti* (lagarto). En: E. González Soriano, R. Dirzo y R.C. Vogt (comps.), *Historia Natural de Los Tuxtlas.* UNAM-Conabio, México, pp. 481-483.

Comisión Nacional del Agua. 1998. Inventario de cuerpos de agua y humedales de México, escala 1:250 000. Subgerencia de Saneamiento y Calidad del Agua, México.

Comisión Nacional del Agua. 2001. Programa Nacional Hidráulico 2001–2006. México.

Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. 2001. Resumen ejecutivo del Programa de Trabajo 2001-2006, México.

Comisión Nacional Forestal. 2001. Plan Estratégico Forestal para México 2025, México.

Comisión Nacional Forestal e Instituto Nacional de Ecología. 2003. Reportes sobre el Programa de pago por servicios ambientales, México.

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. 2000. Regiones hidrológicas Prioritarias, escala 1:4 000 000, México.

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. 2002. Informe de Actividades 1992-2002, México.

Contreras Balderas, S. 1990. Importancia, biota endémica y perspectivas actuales en el valle de Cuatro Ciénegas, Coahuila, México. En: J.L.Camarillo y F. Rivera (comps.), *Áreas naturales protegidas en México y especies en extinción.* Proyecto Conservación y Mejoramiento del Ambiente y Unidad de Investigación ICSE, ENEP-Iztacala, UNAM, pp. 15-23.

Contreras Balderas, S. y M.L. Lozano Vilano. 1996. Extinction of most Sandia and Potosí valleys (Nuevo León, Mexico) endemic pupfishes, crayfishes and snails. *Ichthyology Explorations of Freshwaters* (7)1: 33-40.

De la Lanza, G. y J.L. García C. (comps.). 2002. *Lagos y presas de México.* AGT, Editor, S.A. México. pp. 680.

Escalante, P., A.G. Navarro y A. Townsend. 1998. En: T.P. Ramamoorthy, R. Bye, A. Lot y J. Fa (comps.), *Diversidad biológica de México: orígenes y distribución.* Instituto de Biología, UNAM, pp. 279-305.

Espinosa Pérez, H., P. Fuentes Mata, M.T.Gaspar Dillanes y V. Arenas. 1998. Notas acerca de la ictiofauna mexicana. En: T.P. Ramamoorthy, R. Bye, A. Lot y J. Fa (comps.), *Diversidad biológica de México: orígenes y distribución.* Instituto de Biología, UNAM, pp. 227-249.

Flores Villela, O. 1998. Herpetofauna de México: distribución y endemismo. En: T.P. Ramamoorthy, R. Bye, A. Lot y J. Fa (comps.), *Diversidad biológica de México: orígenes y distribución.* Insituto de Biología, UNAM, pp. 251-278.

García, M.A. 1982. Los recursos hidráulicos. En: M. López Portillo y Ramos (comp.), *El medio ambiente en México: temas, problemas y alternativas.* Fondo de Cultura Económica, México, pp. 91-109.

García, E. y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. 1998. Precipitación total anual, escala 1:1 000 000, México.

Gleick, P.H. 1998. The World's Water 1998-1999. Total Renewable Freshwater Supply by Country. Information on the World's Freshwater Resources. Water Data. Island Press, Washington, D.C.

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. 1995. *Estadísticas del medio ambiente.* México.

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Modelo digital del terreno, escala 1:250 000, México.

López Portillo y Ramos, M. (comp.). 1982. *El medio ambiente en México: temas, problemas y alternativas.* Fondo de Cultura Económica, México, pp. 426

Lot, A. y P. Ramírez García. 1998. Diversidad de la flora acuática mexicana. En: T.P. Ramamoorthy, R. Bye, A. Lot y J. Fa (comps.), *Diversidad biológica de México: orígenes y distribución.* Instituto de Biología, UNAM, pp. 563-578.

Maderey, R.L. y C. Torres Ruata. 1990. Hidrografía e hidrometría. IV.6.1 (A). *Atlas Nacional de México.* Vol II. Escala 1:4 000 000. Instituto de Geografía, UNAM, México.

Marín, L.E. y E.C. Perry. 1995. The hydrogeology and contamination potential of northwestern Yucatan, Mexico. *Geofísica Internacional* 33(4): 619-623.

McCoy, C.J. 1984. Ecological and zoogeographic relationships of amphibians and reptiles of the Cuatro Cienegas basin. *Journal of the Arizona-Nevada Academy of Science* 19: 49-59.

Miller, R.R. 1986. Composition and derivation of the freshwa-

ter fish fauna of Mexico. *Anales de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas* 30:121-153.

Minckley, W.L. 1984. Cuatro Ciénegas fishes: Research review and a local test of diversity versus habitat size. En: P.C. Marsh (ed.), *Biota of Cuatro Ciénegas, Coahuila, Mexico:* Proceedings of a Special Symposium. Fourteenth Annual Meeting, Desert Fish Council, Tempe, Arizona, USA, 18-20 November 1983. *Journal of the Arizona-Nevada Academy of Science*, pp. 13-21.

Mittermeier, R.A., P. Robles Gil y C. Goettsch Mittermeier. 1997. *Megadiversidad. Los países biológicamente más ricos del mundo.* Cemex, México, p. 503.

Morales, S.A. y R.C. Vogt, 1997. *Kinosternon leucostomum* (pochitoque, chachagua). En: E. González Soriano, R. Dirzo y R.C. Vogt (comps.), *Historia Natural de Los Tuxtlas.* UNAM-Conabio, México, pp. 488-490.

Pacheco, J. y A. Cabrera. 1997. Groundwater contamination by nitrates in the Yucatan Peninsula, Mexico. *Hydrogeology Journal* 5(2): 47-53.

Pinkava, D.J. 1981. Vegetation and Flora of the bolson of Cuatro Ciénegas Region, Coahuila, México. Parte III. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 41:127-151.

Pinkava, D.J. 1979. Vegetation and Flora of the bolson of Cuatro Ciénegas Region, Coahuila, México: IV Summary, Endemisms and Corrected Catalogue. *Journal of the Arizona-Nevada Academy of Science* 19:23-47

Rodríguez Estrella, R., L. Rubio y E. Pineda. 1997. Los oasis como parches atractivos para las aves terrestres residentes e invernantes. En: L. Arriaga y R. Rodríguez Estrella (eds.), *Los oasis de la Península de Baja California.* Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C., La Paz, pp. 157-195.

Sánchez, V., M. Castillejos y L. Rojas. 1989. *Población, recursos y medio ambiente en México.* Fundación Universo Ventiuno. Colección Medio Ambiente 8, México.

Schmitter Soto, J.J., E. Escobar-Briones, J. Alcocer, E. Suárez Morales, M. Elías Gutiérrez y L.E. Marín. 2002. Los cenotes de la Península de Yucatán. En: G. de la Lanza, y J.L. García C. (comps.), *Lagos y presas de México.* AGT, Editor, México, pp. 337-381.

Secretaría de Desarrollo Social. 1993. México. Informe de la situación actual general en materia de equilibrio ecológico y protección al ambiente, 1991-1992. México.

Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología. 1988. Informe General de Ecología. Comisión Nacional de Ecología. México.

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2002. Programa Nacional de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2001-2006, México.

SNIB-CONABIO (Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad). 1999. Megabase de peces, México.

Toledo, V.M., J. Carabias, C. Toledo y C. González-Pacheco. 1989. *La producción rural en México: alternativas ecológicas.* Facultad de Ciencias, UNAM-Fundación Universo Ventiuno. Colección Medio Ambiente 6, México.

## LA RESERVA ECOLÓGICA DEL PEDREGAL. REFUGIO NATURAL




Ubicada al sur de la Ciudad de México y con una extensión de 1.46 km$^2$, la Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel constituye uno de los últimos refugios naturales para muchas especies características del Valle de México.

El video *Reserva ecológica del Pedregal. Refugio natural* es una producción conjunta de la Dirección General de Divulgación de la Ciencia de la UNAM y la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. En él se muestra la formación del pedregal, desde la erupción del Xitle que le dio origen hace poco menos de 2000 años.

Con hermosas tomas el video nos narra la historia de cómo a lo largo de los siglos esta zona que quedó cubierta de lava se fue llenando de vida; desde los primeros colonizadores, musgos y líquenes, después los pastos, helechos y arbustos, hasta formar diversas comunidades vegetales adaptadas a los diferentes microambientes creados por la roca. y cómo se fueron creando poco a poco las condiciones para el establecimiento de una gran variedad de insectos, arañas, aves, reptiles y mamíferos. De igual manera se muestran algunas especies de especial importancia, ya sea por su valor biológico, como son algunos cactos endémicos y en peligro de extinción, o por su valor cultural, como son una gran cantidad de plantas medicinales de uso muy común entre los habitantes del Valle de México.

El guión y la realización son de Felipe Bonilla, la producción de Rossana Carrasco y la fotografía de Alberto Rentería. Este ameno documento nos alerta sobre la importancia de preservar este espacio que, aunque pequeño, tal vez sea la reserva ecológica más grande del mundo ubicada dentro de una ciudad.

La CONABIO tiene un centro de documentación e imágenes con libros, revistas, mapas, fotos e ilustraciones sobre temas relacionados con la biodiversidad; más de 1 500 títulos están disponibles al público para su consulta. Además distribuye cerca de 150 títulos que ha coeditado, que pueden adquirirse en sus oficinas a costo de recuperación o donarse a bibliotecas que lo soliciten. Para obtener más información, por favor llame al teléfono 5528-9172, escriba a cendoc@xolo.conabio.gob.mx, o consulte los apartados de Centro de Documentación y de Publicaciones en la página web de la CONABIO (www.conabio.gob.mx).

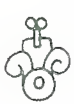


Gobierno del Distrito Federal, Consejo Nacional para la Cultura y las Artes, Fundación Televisa y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México

**Exposición: MÉXICONATURALEZAVIVA fotografías de Fulvio Eccardi con textos de Víctor M. Toledo**

De mayo a agosto de 2003

Exposición fotográfica de gran formato, gratuita y al aire libre que muestra los esplendores del universo natural de México y sus relaciones con las culturas antiguas y actuales.
Rejas de Chapultepec, Paseo de la Reforma, México, D.F.



Red Latinoamericana de Cooperación Técnica en Manejo de Cuencas Hidrográficas, Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe e Instituto de Recursos Naturales, Perú

**III Congreso Latinoamericano de Manejo de Cuencas Hidrográficas. Lima, Perú**

Del 9 al 13 de junio de 2003

Informes: Oficina regional de la FAO
Casilla 10095, Santiago, Chile
Tel: (56-2) 337.21.00
Fax: (56-2) 337.21.36
Correo e: congresocuencas@fao.org
Web: www.congresocuencas.org.pe



Universidad Nacional Autónoma de México y Rosenstiel School of Marine and Atmospheric Sciences, University of Miami, Estados Unidos de América

**Curso intensivo: Áreas marinas protegidas en la región del Caribe mesoamericano. Puerto Morelos, Quintana Roo, México**

Del 7 al 13 de julio de 2003

Informes: Dr. Daniel Suman UM-RSMAS,
correo e: dsuman@rsmas.miami.edu
Dra. Ligia Collado-Vides,
correo e: lcv@hp.fciencias.unam.mx
Tel: 305 361 46 85
Fax: 305 361 46 75



Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco. Chubut, Argentina

**Curso de posgrado: Biotecnología, cultivo y aprovechamiento integral de las microalgas**

Del 6 al 15 octubre de 2003

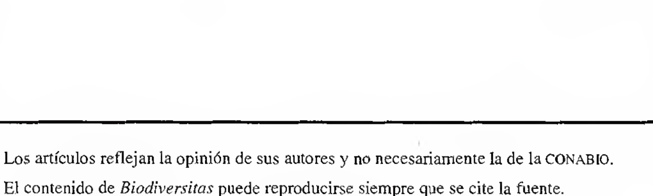
Informes: Prof. Isabel Albarracín y Lic. Edith Bocca
Facultad de Ciencias Naturales
Universidad Nacional de la Patagonia
San Juan Bosco, Chubut, Argentina
Correo e: biotecnologiamicroalgal@yahoo.com.ar



COMISIÓN NACIONAL
PARA EL CONOCIMIENTO
Y USO DE LA BIODIVERSIDAD

*La misión de la CONABIO es promover, coordinar y apoyar actividades dirigidas a crear, organizar, actualizar y difundir la información sobre la biodiversidad de México, para lograr su conservación, uso y manejo sustentable.*






Registro en trámite

COORDINADOR Y FOTOGRAFÍAS: Fulvio Eccardi ASISTENTE: Rosalba Becerra
biodiversitas@xolo.conabio.gob.mx
DISEÑO: Luis Almeida, Ricardo Real PRODUCCIÓN: BioGraphica
CUIDADO DE LA EDICIÓN: Antonio Bolívar
IMPRESIÓN: Offset Rebosán, S.A. de C.V.

COMISIÓN NACIONAL PARA EL CONOCIMIENTO Y USO DE LA BIODIVERSIDAD
Liga Periférico Sur-Insurgentes 4903, Col. Parques del Pedregal, 14010 México, D.F.
Tel. 5528 9100, fax 5528 9131, www.conabio.gob.mx